S.I.S.S.A. **I.S.A.S.**

Servizio di prevenzione e protezione

Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

International School for Advanced Studies

SISSA – ISAS

Trieste

La sicurezza nei laboratori

Indice

1 Introduzione 1

2 Rischi e misure di sicurezza nei laboratori di ricerca 2
2.1 Misure generali di sicurezza 3
2.2 I dispositivi di protezione individuale 4
2.3 La segnaletica di sicurezza 5
2.4 Norme generali di comportamento 8
2.5 Addestramento del personale 9
2.6 Responsabilità nei confronti di terzi 9
2.7 Norme per studenti e ospiti 10
2.8 Istruzioni per l'uso del pacchetto di medicazione 10

3 Rischio da agenti chimici 11
3.1 Manipolazione di agenti chimici pericolosi 11
3.2 Protezione da agenti cancerogeni e mutageni 12
3.3 Stoccaggio degli agenti chimici 13
3.4 Impiego corretto delle cappe chimiche 14
3.5 Incidente o contaminazione con agenti chimici 15
3.6 Impiego di liquidi criogenici 15
3.7 Impiego di gas compressi 16

4 Rischio da agenti biologici 17
4.1 Norme generali di sicurezza 17
4.2 Norme di prevenzione per contatto con animali da laboratorio 18

5 Rischi da agenti fisici 20
5.1 Norme per l'utilizzo di sistemi laser 20
5.2 Norme per l'utilizzo di radiazioni UV 22
5.3 Norme per l'utilizzo di radioisotopi 23

6 Rischi da attrezzature di laboratorio 24
6.1 Norme generali di sicurezza 24
6.2 Centrifughe 24
6.3 Autoclavi 25
6.4 Agitatori 25
6.5 Frigoriferi, congelatori 25
6.6 Strumenti automatici di analisi 26
6.7 Vetrerie 26
6.8 Microscopi 26
6.9 Becchi Bunsen 26

7 Tutela della maternità 27

1 Introduzione

Il laboratorio di ricerca è stato, tradizionalmente, un ambiente nel quale l'ultimo pensiero che passava per la mente era quello che si stava lavorando. Chi ci operava – il ricercatore – lo faceva per propria scelta; l'impegno, la fatica, l'orario, anche il pericolo, non sembravano che piccoli tributi da versare per raggiungere lo scopo: il risultato della ricerca.

Questa predisposizione psicologica a trascurare o alle volte sottovalutare il pericolo, unita spesso ad una scarsa *informazione* sulla reale portata del pericolo stesso, ha causato nel passato, ai ricercatori, conseguenze in numerosi casi anche drammatiche per la loro salute, molte delle quali si manifestavano a distanza di tempo.

Invece, il laboratorio di ricerca è, a tutti gli effetti, un ambiente di lavoro nel quale possono essere presenti – e di solito lo sono – svariati agenti di pericolo ed attrezzature di lavoro in grado di mettere in pericolo la *sicurezza* e la *salute* di chi vi opera, in dipendenza dal grado di rischio associato al loro uso.

Ciò però non deve significare che necessariamente gli addetti al laboratorio prima o poi subiranno un danno più o meno grave in conseguenza a questa loro attività: questa possibilità dipende da come è organizzato il lavoro e dalle misure di prevenzione e *protezione* adottate durante lo svolgimento dello stesso, ovviamente in relazione alla natura dei pericoli, dopo aver eseguito una accurata valutazione dell'intera attività.

Questo è proprio ciò che impone il decreto legislativo n. 626/1994: la sicurezza deve far parte integrante dell'attività lavorativa e derivare come quest'ultima da un'organizzazione ed una pianificazione completa della stessa, della quale devono essere informati tutti i lavoratori ed in generale tutti i soggetti che vi sono a qualsiasi titolo coinvolti.

Questo breve manuale, redatto sulla base dei risultati della valutazione dei rischi, vuole rappresentare la guida informativa sui rischi nei laboratori e soprattutto sulle misure di prevenzione e protezione e sulle procedure operative da adottare per eliminarli o ridurli ai minori livelli possibili.

* * *

2 Rischi e misure di sicurezza nei laboratori di ricerca

I rischi in un laboratorio di ricerca, di qualsiasi tipo esso sia, e quindi anche di biologia e neurobiologia molecolare come quelli della SISSA, sono legati alla presenza di una serie di fattori o agenti di pericolo, di tipo materiale e non:

- pericolosità dei materiali utilizzati: agenti chimici, fisici e biologici pericolosi;
- pericolosità delle apparecchiature: apparecchiature ad alto voltaggio, centrifughe ad alta velocità, sistemi a pressione, alte e basse temperature ecc.;
- affollamento, ristrettezza dello spazio;
- addestramento non sempre sufficientemente adeguato del personale, in particolar modo per quanto riguarda personale non strutturato, studenti, tirocinanti, dottorandi, borsisti, ospiti.

I livelli di rischio possono, quindi, essere diversi e richiedere standard diversi di sicurezza. In ogni situazione, qualsiasi sia il livello di rischio, è comunque richiesta la consapevolezza di tutto ciò che è connesso all'attività lavorativa, in modo da poter sempre agire con responsabilità e prudenza, sia nei confronti di se stessi che degli altri.

La non osservanza delle norme di sicurezza, oltre alla possibilità di subire o provocare ad altri danni con conseguenze anche gravi, espone gli inadempienti alle sanzioni previste dalla normativa di legge nonché alla possibile perdita delle coperture assicurative in caso di incidente.

La pericolosità ed il conseguente rischio connesso all'impiego degli ***agenti*** sopra elencati può essere duplice:

rischio igienico: è associato agli effetti causati nel tempo dall'esposizione a tali agenti *(insorgenza di vari disturbi fino alla malattia professionale)*

rischio infortunistico: è associato alla possibilità di provocare un danno in un tempo breve con un evento di carattere violento *(infortunio)*, come può essere un avvelenamento o un'intossicazione acuta (tossici), asfissia (gas inerti), un incendio o un'esplosione (solventi infiammabili), ustioni più o meno gravi (corrosivi), danni retinici (UV e laser), ecc.

Anche nel caso delle ***attrezzature*** la pericolosità ed il conseguente rischio connesso al loro impiego possono essere duplici:

- ***rischio infortunistico:*** è quello prevalente ed è associato alla possibilità di provocare un danno in un tempo breve con un evento di carattere violento *(infortunio)*, di vario tipo a seconda dell'attrezzatura (abrasioni, ferite, contusioni, compressioni, stritolamenti, elettrocuzione, ecc.)
- ***rischio igienico***: è associato normalmente a malfunzionamenti della attrezzatura che rendono possibile un'esposizione agli agenti con gli effetti conseguenti sopra ricordati.

L'obiettivo fondamentale delle misure di prevenzione e protezione è:

evitare o ridurre al minimo il contatto
tra operatore e fonte o agente di pericolo

In tal modo viene automaticamente eliminato o ridotto il relativo rischio.

* * *

2.1 Misure generali di sicurezza

La protezione dei lavoratori viene realizzata applicando le norme specifiche sia di legge che tecniche e di buona pratica, rispettando le priorità delle misure di tutela (art. 3, D.Lgs. n. 626/1994), privilegiando quelle collettive rispetto a quelle individuali, e procedendo dalla tutela dell'ambiente di lavoro, alla sicurezza dell'impianto, alla tutela del singolo lavoratore, alle modalità di impiego, alla segnaletica di sicurezza fino a giungere ai dispositivi individuali di protezione.

Nell'ordine, le misure sono:

1. le lavorazioni pericolose o insalubri devono essere effettuate, ogni qualvolta è possibile, in ***luoghi separati*** allo scopo di non esporvi senza necessità i lavoratori addetti ad altre lavorazioni:
   - → le operazioni che presentano pericoli di esplosioni, di incendi, di sviluppo di gas asfissianti o tossici e di irradiazioni nocive devono effettuarsi in locali o luoghi isolati, adeguatamente difesi contro la propagazione dell'elemento nocivo;
   - → i pavimenti e le pareti di tali locali devono essere in condizioni tali da consentire una facile e completa asportazione delle materie pericolose o nocive, che possano eventualmente depositarsi;
   - → i locali di lavoro devono essere mantenuti puliti;
2. deve essere ***limitata la diffusione*** dell'agente pericoloso nell'ambiente di lavoro:
   - → nei lavori in cui si svolgono gas o vapori irrespirabili o tossici od infiammabili, ed in quelli nei quali si sviluppano normalmente odori o fumi di qualunque specie, il datore di lavoro deve adottare provvedimenti atti ad impedirne o a ridurne, per quanto è possibile, lo sviluppo e la diffusione;
   - → l'aspirazione dei gas, vapori, odori o fumi deve farsi, per quanto è possibile, immediatamente vicino al luogo dove si producono;
   - → un'attrezzatura di lavoro che comporta pericoli dovuti ad emanazione di gas, vapori o liquidi ovvero ad emissioni di polvere, deve essere munita di appropriati dispositivi di ritenuta ovvero di estrazione vicino alla fonte corrispondente a tali pericoli.
   - → ***La tipica attrezzatura protettiva usata in laboratorio per limitare la diffusione dell'agente pericoloso nell'ambiente è la cappa, chimica o biologica.***
3. nei locali o luoghi di lavoro o di passaggio dove possono formarsi concentrazioni pericolose o nocive di gas, vapori o polveri esplodenti, infiammabili, asfissianti o tossici, devono essere installati ***apparecchi indicatori e avvisatori automatici*** atti a segnalare il raggiungimento delle concentrazioni o delle condizioni pericolose. Ove ciò non sia possibile, devono essere eseguiti frequenti controlli o misurazioni;
4. ove permangano rischi per l'operatore, che non è possibile eliminare con le misure esposte in precedenza, la loro presenza deve venir resa nota mediante l'adozione di idonea ***segnaletica di sicurezza***;
5. per ridurre ulteriormente tali rischi, gli operatori devono far uso di idonei ***dispositivi di protezione individuale (DPI)***;
6. devono essere stabilite accurate ***procedure operative***, comprendenti anche le norme comportamentali, che gli operatori sono obbligati ad applicare e rispettare;
7. deve essere dato corso all'azione di ***informazione e formazione*** degli addetti sui rischi ai quali possono essere esposti, sulle misure di prevenzione e protezione adottate e sugli ulteriori accorgimenti da seguire per ridurli ulteriormente.

* * *

2.2 I dispositivi di protezione individuale

Si intende per dispositivo di protezione individuale (DPI) qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo.

I DPI devono essere impiegati quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente ridotti da misure tecniche di prevenzione, da mezzi di protezione collettiva, da misure, metodi o procedimenti di riorganizzazione del lavoro.

I lavoratori hanno l'obbligo di utilizzare correttamente i DPI, di averne cura e di non apportarvi modifiche, segnalando invece difetti o inconvenienti. Se i DPI possono essere fonte di contaminazione, devono essere utilizzati esclusivamente per eseguire le manipolazioni e non venire mai a contatto con zone pulite.

I DPI devono portare la marcatura CE ed essere accompagnati da un fascicolo contenente i loro dati tecnici e le modalità e limiti di impiego e di conservazione.

È opportuno richiamare la necessità dell'impiego dei DPI con apposita segnaletica apposta nelle strette vicinanze delle zone nelle quali si svolgono le lavorazioni per le quali vige tale obbligo.

Nei laboratori di ricerca della SISSA i DPI devono essere normalmente utilizzati durante le seguenti operazioni:

- *impiego di agenti chimici pericolosi*: camici (sempre), guanti (sempre), mascherine (in presenza di polveri, vapori, fumi, nebbie), occhiali (in presenza di possibili proiezioni di materiali)
- *impiego di agenti biologici*: camici (sempre), guanti (sempre), mascherine (in presenza di aerosol), occhiali (in presenza di possibili proiezioni di materiali)
- *impiego di radioisotopi*: camici (sempre), guanti (sempre), mascherine (in presenza di vapori, fumi, nebbie), occhiali (in presenza di possibili proiezioni di materiali)
- *impiego di radiazioni non ionizzanti pericolose*: occhiali (sempre), guanti (se le radiazioni interessano le mani)
- *impiego di liquidi criogenici*: nel caso di travasi, camici, grembiuli, guanti, schermi facciali

I DPI normalmente a disposizione ed in uso sono i seguenti:

protezione del corpo

- camici (da utilizzare sempre)
- grembiuli (da utilizzare in caso di pericolo di spruzzi, p.e. azoto liquido)

protezione degli occhi

- occhiali generici (da utilizzare per proteggersi da proiezioni di particelle solide o di liquidi non particolarmente aggressivi)
- occhiali contro spruzzi di liquidi aggressivi (p.e. soda caustica; l'occhiale è una mascherina aderente al viso)
- occhiali per protezione contro radiazioni dannose (laser e UV)

protezione delle vie respiratorie

- mascherine semifacciali per polveri grossolane
- mascherine semifacciali per polveri fini
- mascherine semifacciali con filtri per polveri fini pericolose, per vapori, fumi e nebbie di liquidi pericolosi

protezione delle mani

- guanti monouso in lattice per protezione da agenti non particolarmente aggressivi
- guanti per protezione da aggressivi chimici e solventi
- guanti per protezione da ustioni (azoto liquido)

* * *

2.3 La segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza ha lo scopo di rendere edotti i lavoratori, e chiunque altro abbia occasione di entrare in un luogo di lavoro, dell'esistenza di determinati rischi presenti nei vari ambienti di lavoro, non eliminabili con l'adozione di misure tecniche di prevenzione.

I cartelli della segnaletica sono composti dalla combinazione dei seguenti elementi significativi:

- una forma geometrica (circolare, triangolare, quadrata, rettangolare)
- un colore (rosso, azzurro, verde, giallo o giallo-arancio)
- un simbolo o pittogramma (un'immagine che rappresenta una situazione o che prescrive un determinato comportamento).

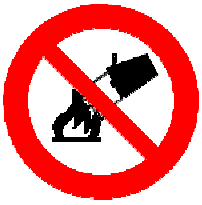
Se necessario, possono essere utilizzati anche segnali luminosi od acustici, che di solito evidenziano una situazione di pericolo immediato o imminente.

A seconda dell'indicazione che danno, si dividono in cartelli di divieto, di avvertimento o pericolo, di prescrizione od obbligo, di salvataggio o soccorso, di informazione, supplementari. Come esempi, verranno riportati i cartelli che sono in uso presso i laboratori della SISSA, e che richiamano le indicazioni o gli obblighi contenuti nelle norme comportamentali di sicurezza.

Cartelli di divieto

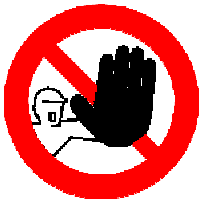
Sono di forma circolare; il colore di sicurezza è il rosso (che copre almeno il 35% della superficie) al bordo su fondo bianco, sul quale compare il simbolo e l'eventuale scritta neri. Vietano un comportamento dal quale può derivare un pericolo per i lavoratori.

Vietato fumare o usare fiamme libere



Divieto di spegnere con acqua

Vietato ai carreli di movimentazione



Divieto di accesso alle persone non autorizzate

Vietato fumare

Non toccare

Cartelli di prescrizione od obbligo

Sono di forma circolare; il colore di sicurezza è l'azzurro, che copre l'intera superficie, sulla quale compare il simbolo e l'eventuale scritta bianchi. Prescrivono un comportamento dei lavoratori.

Protezione obbligatoria degli occhi

Protezione obbligatoria delle vie respiratorie

Guanti di protezione obbligatoria

Obbligo generico (con eventuale cartello supplementare)

Protezione obbligatoria dell'udito

Protezione obbligatoria del corpo

Cartelli di avvertimento o di pericolo

Sono di forma triangolare; il colore di sicurezza è il giallo o giallo-arancio (che copre almeno il 50% della superficie), con simbolo, eventuale scritta e bordo del cartello neri. Indicano i pericoli presenti in un luogo di lavoro. I segnali gialli e neri indicano punti di pericolo continuo (urto, inciampo, ecc.).

Pericolo generico

Tensione elettrica pericolosa

Basse temperature

Inciampo

Caduta con dislivello

Sostanza pericolosa

Corrosivi

Infiammabili

Comburenti

Esplosivi

Tossici

Radiazioni ionizzanti

Agenti biologici

Laser

Ostacoli fissi

Cartelli di salvataggio o soccorso

Sono di forma quadrata o rettangolare; il colore di sicurezza è il verde, con il simbolo e l'eventuale scritta bianchi. Indicano, in caso di pericolo, un percorso per raggiungere l'uscita di sicurezza, il pacchetto di medicazione o l'infermeria, il telefono, ecc.

Percorso/uscita di emergenza

Direzione da seguire (segnali di informazione addizionali ai pannelli che seguono)

Pronto soccorso

Lavaggio degli occhi

Telefono per salvataggio e pronto soccorso

Cartelli per le attrezzature antincendio

Sono di forma quadrata; il colore di fondo è il rosso, con il simbolo e le eventuali scritte bianchi. Forniscono indicazioni per raggiungere un presidio antincendio.

Estintore

Lancia antincendio

Telefono di emergenza

Direzioni da seguire

Cartelli di informazione e supplementari

Sono di forma quadrata o rettangolare; il colore di fondo è l'azzurro, con il simbolo e l'eventuale scritta bianchi. Vengono utilizzati in combinazione con uno dei cartelli precedenti e danno informazioni aggiuntive.

* * *

2.4 Norme generali di comportamento

Le norme comportamentali seguenti si applicano in qualsiasi tipo di laboratorio:

- qualsiasi attività di ricerca è soggetta a leggi e regolamenti che devono essere tenuti in considerazione fin dalla fase progettuale dal responsabile di ricerca (in collaborazione con il responsabile del Servizio di prevenzione e protezione, RSPP), al quale compete la valutazione dei rischi ai sensi della normativa vigente;
- tutti i ricercatori ed i tecnici devono essere sempre informati e aggiornati sui rischi presenti nell'attività di laboratorio;
- l'accesso al laboratorio è riservato esclusivamente alle persone autorizzate;
- evitare affollamenti eccessivi; nel caso, organizzare la presenza degli operatori e la loro attività in tal senso;
- è vietato lavorare da soli, specialmente fuori orario, soprattutto in cella fredda, in stanze radioattive e in caso di operazioni complesse e pericolose;
- è vietato fumare in laboratorio;
- è vietato consumare cibi o bevande in laboratorio;
- è vietato conservare cibi o bevande in laboratorio, specialmente in frigoriferi nei quali sono stoccate sostanze ad uso di laboratorio;
- è da evitare l'uso di scarpe aperte o con i tacchi alti; i capelli lunghi dovrebbero essere tenuti raccolti; i gioielli penzolanti (orecchini, bracciali e altro) potrebbero rappresentare fattori di rischio;
- si sconsiglia l'uso di lenti a contatto poiché possono essere causa di un accumulo di sostanze nocive e, in caso di incidente, possono peggiorarne le conseguenze o pregiudicare le operazioni di primo soccorso;
- non tenere nelle tasche forbici, spatole di acciaio, provette di vetro o materiale contundente;
- prima di utilizzare qualsiasi tipo di agente è necessario acquisire tutte le informazioni disponibili sulle sue caratteristiche e tipo di pericolosità mediante la consultazione della documentazione di accompagnamento;
- tutti i recipienti devono essere correttamente etichettati, in modo da poter riconoscere con sicurezza il contenuto; *non utilizzare mai il contenuto di un contenitore privo di etichetta e non abbandonare materiale non identificabile nel laboratorio e all'interno della cappa*;
- in laboratorio *usare regolarmente i dispositivi di protezione individuale* o DPI appropriati per ogni livello di rischio (camici, guanti a perdere, occhiali, mascherine, maschere protettive, calzature ecc.); i DPI devono essere utilizzati correttamente e tenuti sempre in buono stato di manutenzione;
- qualsiasi manipolazione di un agente pericoloso, chimico o biologico, deve essere eseguita all'interno di una cappa;
- avvertire gli altri presenti (colleghi, studenti, visitatori) nel caso in cui l'esperimento comporti la manipolazione di agenti pericolosi;
- riferire sempre prontamente al Responsabile eventuali incidenti o condizioni di non sicurezza;
- mantenere in ordine e pulito il laboratorio; rimuovere prontamente vetreria e attrezzature quando non servono più; non introdurre sostanze ed oggetti estranei all'attività lavorativa;
- non lasciare senza controllo reazioni in corso;
- non toccare le maniglie delle porte e altri oggetti del laboratorio con i guanti con cui si sono maneggiati sostanze agenti chimici e biologici pericolosi e isotopi radioattivi; è assolutamente vietato l'uso dei guanti al di fuori dei laboratori;
- non bloccare le uscite di emergenza, i pannelli elettrici e le attrezzature di soccorso;
- l'eventuale stato di gravidanza va notificato quanto prima al responsabile del laboratorio; saranno seguite le procedure per la tutela delle lavoratrici madri in relazione alla valutazione dei rischi, inclusa l'astensione obbligatoria dall'attività lavorativa che esponga a rischi per la gravidanza o l'allattamento.

2.5 Addestramento del personale

1. Il Responsabile del laboratorio, in collaborazione con il RSPP, ha il compito di istruire adeguatamente il personale che afferisce al proprio laboratorio, compresi studenti, tirocinanti, borsisti, ospiti e altro personale non strutturato, in relazione alle attività che questi andranno a svolgere, in modo che tutti siano informati su:
   - → i rischi riferiti al posto di lavoro e alle mansioni;
   - → gli eventuali, possibili danni derivanti dall'utilizzo di sostanze o apparecchiature pericolose;
   - → le misure di prevenzione e protezione da attuare in ogni specifica situazione;
   - → le misure antincendio e le vie di fuga.
2. Il Responsabile si impegna a fornire ogni strumento al fine di conseguire tali scopi.
3. *Tutto il personale, strutturato e non strutturato*, afferente al laboratorio deve:
   - → fare costante riferimento al proprio Responsabile;
   - → osservare le norme operative di sicurezza vigenti e sottostare a tutte le disposizioni che vengono impartite ai fini della protezione collettiva e individuale;
   - → segnalare immediatamente al Responsabile del laboratorio qualsiasi malfunzionamento dei presidi di protezione;
   - → in particolare *il personale non strutturato* afferente al laboratorio deve:
     - collaborare attivamente con il personale strutturato al fine di mantenere efficiente il sistema di sicurezza predisposto;
     - partecipare a tutti i corsi organizzati dalla struttura, compresi quelli per la radioprotezione;
     - prendere visione del presente regolamento al momento di fare richiesta di afferenza ai laboratori della SISSA.

2.6 Responsabilità nei confronti di terzi

Il *decreto legislativo n. 626/1994* (art. 7) impone misure di prevenzione nei confronti dei lavoratori dipendenti di imprese appaltatrici o lavoratori autonomi, per cui ogni Responsabile di laboratorio deve attuare misure di prevenzione e protezione dai rischi che possono derivare dall'attività lavorativa, anche nei confronti di terzi.

In particolar modo, per quanto riguarda la responsabilità nei confronti dei dipendenti dell'impresa di pulizia nei laboratori, negli orari in cui si effettuano le pulizie le sostanze tossiche, i materiali biologici o radioattivi non devono essere presenti in situazioni tali da costituire pericolo.

* * *

2.7 Norme per studenti e ospiti

Ai fini di una sicura gestione delle attività, lo studente o l'ospite, nell'ambito delle proprie attribuzioni, deve:

- accedere ai laboratori solo con espressa autorizzazione del Responsabile, specialmente in quelli ove è segnalata la presenza di particolari pericoli;
- osservare le norme operative di sicurezza vigenti in ciascun laboratorio ed attenersi strettamente alle disposizioni impartite dal Responsabile e dagli incaricati, ai fini della protezione collettiva ed individuale;
- osservare il divieto di fumare negli spazi segnalati, nelle aule e nei laboratori didattici e di ricerca; in questi ultimi è vietato conservare ed assumere cibi e bevande;
- astenersi dall'effettuare manovre che possano compromettere la sicurezza per le quali non si è stati autorizzati ed adeguatamente addestrati a cura del Responsabile;
- utilizzare correttamente ed in modo appropriato le apparecchiature, le sostanze e i preparati ed i dispositivi di protezione messi a disposizione, conservandoli accuratamente ed evitando di manometterli o rimuoverli;
- prendersi cura della propria sicurezza e della propria salute e di quella delle altre persone presenti sul luogo di lavoro su cui possono ricadere gli effetti delle sue azioni o omissioni;
- collaborare attivamente con il Responsabile e con gli addetti ai servizi universitari, al fine di mantenere efficiente il sistema della sicurezza predisposto;
- sottoporsi ai controlli individuali e sanitari che verranno indicati, avendo cura di effettuare in particolare anche la visita medica finale, ove richiesto;
- segnalare immediatamente al Responsabile o agli addetti qualsiasi malfunzionamento dei presidi protezionistici o situazioni di pericolo di cui venga a conoscenza, adoperandosi direttamente, nell'ambito delle proprie competenze, per eliminare o ridurre tali deficienze o pericoli.

In caso di **emergenza o di allarme**, lo studente e/o l'ospite deve:

- mantenere la calma, perché di solito il panico costituisce fonte di maggior danno;
- attenersi alle disposizioni impartite dagli addetti o alle norme previste per la specifica situazione;
- aiutare, per quanto possibile, le persone in difficoltà;
- dirigersi in modo ordinato all'esterno dell'edificio e nel luogo sicuro più vicino, seguendo la via più breve indicata dalla apposita segnaletica, chiudendo le porte antincendio; in caso di incendio non usare gli ascensori;
- qualora la situazione lo permetta, prima di allontanarsi e comunque nel più breve tempo possibile, riporre in luogo sicuro eventuali sostanze pericolose, al fine di rendere minime le conseguenze dell'incidente; non effettuare comunque alcuna manovra per la quale lo studente non sia stato precedentemente istruito.

2.8 Istruzioni per l'uso del pacchetto di medicazione

- lavare bene le mani con acqua e sapone, o pulirle con alcool;
- lavare e pulire la ferita con acqua;
- lasciare uscire alcune gocce di sangue, asciugare, disinfettare e coprire la ferita;
- se esce molto sangue, comprimere o legare a monte e/o a valle in attesa del medico
- se la ferita è agli occhi, lavare solo con acqua e coprire;
- in caso di punture o morsi, spremere la ferita e applicarvi ammoniaca;
- in caso di scottature, lavare con abbondante acqua fredda, asciugare, applicare il preparato antiustione;
- se il danno è notevole, rivolgersi immediatamente ad un medico.

* * *

3 Rischio da agenti chimici

Data la tipologia dell'attività di ricerca svolta presso la SISSA, nei laboratori viene utilizzato un gran numero di agenti chimici, molti dei quali classificati pericolosi, a vario titolo. Tuttavia, le quantità in uso sono quasi sempre piccole, e le lavorazioni abbastanza semplici, in quanto non comportano reazioni chimiche particolari.

Tutti i recipienti contenenti gli agenti chimici, siano essi pericolosi o meno, presenti nei laboratori e nei reagentari, devono essere etichettati come da normativa, in modo da poterne riconoscere il contenuto.

Nel laboratorio o nelle sue immediate vicinanze, devono essere a disposizione le schede di sicurezza degli agenti chimici presenti.

La scheda di sicurezza deve essere consultata *prima di utilizzare* un agente chimico sconosciuto o comunque in caso di dubbio, rilevando le frasi R ed S.

3.1 Manipolazione di agenti chimici pericolosi

- in laboratorio usare sempre i DPI appropriati al tipo di manipolazione ed alle caratteristiche dell'agente manipolato;
- è vietato usare pipette aspirando direttamente con la bocca;
- tutte le operazioni che comportano la manipolazione di prodotti pericolosi (volatili, tossico-nocivi, infiammabili, corrosivi ecc.) che possono dar luogo a sviluppo di vapori, fumi, aerosol, nebbie, polveri, devono essere condotte sotto cappa chimica;
- non lasciare senza controllo reazioni chimiche in corso o apparecchi pericolosi in funzione;
- prima di cominciare la reazione si devono conoscere le caratteristiche e il comportamento nelle condizioni di reazione di tutte le sostanze coinvolte;
- le pesate delle polveri di sostanze pericolose devono essere effettuate sotto cappa aspirante o in locale adibito all'uso delle bilance in condizioni di calma d'aria e, possibilmente, dopo aver protetto con della carta la zona operativa, così da raccogliere eventuali residui. Nel caso di composti molto tossici, cancerogeni o mutageni, conviene effettuare una pesata unica ed aggiustare il volume del solvente per ottenere la concentrazione desiderata;
- tutte le sostanze chimiche conosciute o sospette di essere tossiche o dannose per l'ambiente devono essere smaltite seguendo le procedure di smaltimento dei rifiuti pericolosi;
- nessuna sostanza chimica tossico-nociva per l'ambiente deve essere eliminata attraverso le fognature;
- raccogliere in appositi contenitori, contrassegnati con etichette, i composti chimici e i solventi usati, che dovranno essere eliminati secondo le procedure stabilite;
- trasportare sostanze chimiche e materiali pericolosi in maniera adeguata, utilizzando eventualmente anche carrelli dotati di recipienti di contenimento;
- pulire immediatamente gli spandimenti secondo le procedure indicate nelle schede di sicurezza.

3.2 Protezione da agenti cancerogeni e mutageni

Tipiche *frasi di rischio per agenti cancerogeni* sono:

- R45: può provocare il cancro
- R49: può provocare il cancro per inalazione
- R40: possibilità di effetti irreversibili.

Tipiche *frasi di rischio per agenti mutageni* sono:

- R46: può provocare alterazioni genetiche ereditarie
- R40: possibilità di effetti irreversibili

Agli effetti della sicurezza in laboratorio, in questo gruppo possono essere compresi anche gli ***agenti tossici per il ciclo riproduttivo*** sia con riguardo alla *fertilità* (*frasi di rischio R60 e R61*) che allo *sviluppo* (*frasi di rischio R62 e R63*).

- Nelle aree in cui si manipolano agenti cancerogeni o mutageni ***è vietato:***
  - → assumere cibi e bevande
  - → fumare
  - → indossare le lenti a contatto
  - → applicare cosmetici
  - → toccare maniglie, porta, telefono ecc. con i guanti indossati;
  - → indossare gli indumenti di protezione e gli altri DPI fuori dal luogo di lavoro;
- Nelle aree in cui si manipolano agenti cancerogeni si devono adottare le seguenti ***precauzioni:***
  - → se possibile, sostituire i prodotti pericolosi con altri non pericolosi o che lo siano; adottare, ove possibile, un cambiamento del procedimento di lavorazione, come l'utilizzazione ad umido delle sostanze nel caso di lavorazioni che diano luogo a sviluppo di polveri;
  - → le sostanze con frasi di rischio R45, R49, R46, R40, R60, R61, R62 e R63 devono essere manipolate rigorosamente sotto cappa chimica di classe A;
  - → è obbligatorio l'uso di camice protettivo a maniche lunghe e guanti; se necessario, usare anche occhiali e mascherina con filtro FFP3S;
  - → gli indumenti protettivi devono essere riposti in luogo separato;
  - → limitare al minimo indispensabile il numero dei lavoratori esposti;
  - → limitare la quantità di sostanza a quella strettamente indispensabile per la lavorazione;
  - → l'operatore deve tenere le mani lontano dal viso, soprattutto naso, bocca, occhi e lavarsele spesso;
  - → utilizzare contenitori sigillati resistenti alle sollecitazioni di stoccaggio e trasporto, etichettati secondo le disposizioni della legislazione vigente;
  - → regolamentare l'accesso e istituire un elenco dei lavoratori autorizzati ad entrare nel locale;
  - → ogni qualvolta un operatore utilizza una sostanza cancerogena o mutagena, deve compilare con cura l'apposito modulo predisposto dal SPP;
  - → scegliere attrezzature facilmente decontaminabili;
  - → porre una vaschetta o un foglio di carta assorbente sopra il piano di lavoro;
  - → l'operatore deve provvedere alla sistematica pulizia dei locali e delle attrezzature dopo l'uso di cancerogeni; per la pulizia sono preferibili mezzi non riutilizzabili;
  - → i rifiuti devono essere stoccati in contenitori separati e opportunamente identificati seguendo le indicazioni riportare nella scheda di sicurezza;
  - → in caso di esposizione non prevedibile, abbandonare l'area interessata immediatamente ed avvertire il Responsabile;
  - → immagazzinare gli agenti cancerogeni o mutageni in armadi chiusi a chiave o in locale separato con accesso riservato ai soli autorizzati e contrassegnato da avvertenze di pericolo.

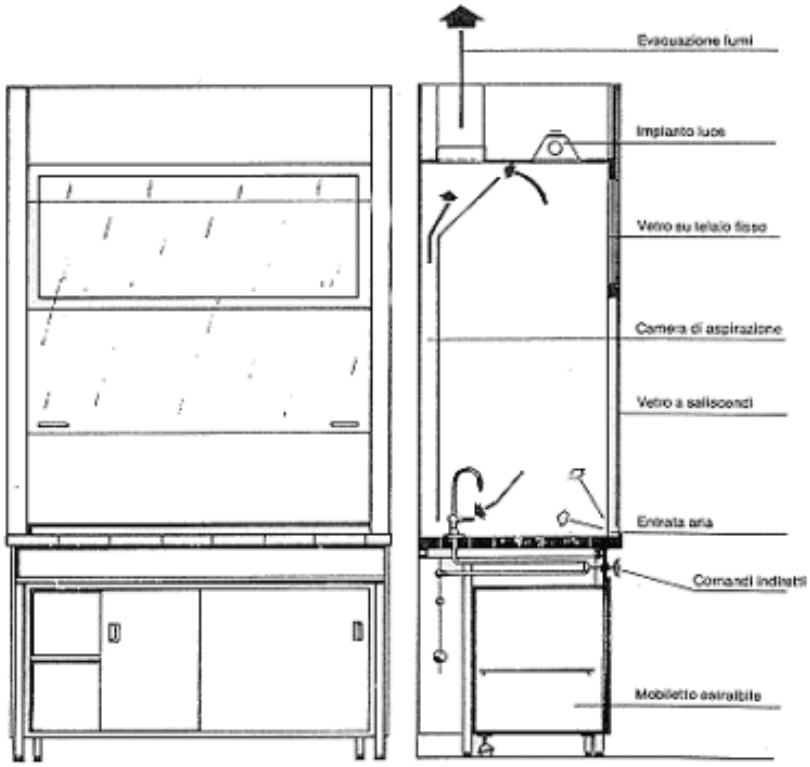
3.3 Stoccaggio degli agenti chimici

- **in laboratorio** possono essere tenuti prodotti nelle quantità strettamente necessarie alle sperimentazioni in corso, possibilmente all'interno di armadi chiusi;
- le **scorte** dovrebbero essere immagazzinate in locali separati, meglio se esterni, adeguatamente compartimentati, dotati di dispositivi automatici antincendio e di adeguata aerazione (finestre, sistemi di ventilazione forzata), in relazione alle caratteristiche delle sostanze ed alle loro quantità;
- il reagentario deve essere un **armadio a ripiani**, di sicurezza per particolari categorie di prodotti (acidi, basi, sostanze infiammabili e/o tossiche), dotato di porte che ne permettano la chiusura; inoltre deve essere dotato di:
  - → ripiani con bordo esterno rialzato per evitare lo scivolamento dei contenitori e per contenere eventuali perdite o versamenti;
  - → vasca di raccolta almeno alla base della pila dei ripiani;
  - → indicazione dei pericoli dei prodotti mediante apposita segnaletica di sicurezza;
  - → particolari caratteristiche di resistenza al fuoco, se trattasi di armadio antincendio;
  - → su ogni armadio dovrebbe inoltre essere affisso un foglio contenente le seguenti **informazioni**:
    - elenco dei prodotti contenuti;
    - riferimenti su dove trovare le relative schede di sicurezza;
    - nome e numero telefonico del responsabile di laboratorio;
- all'interno del reagentario, i prodotti dovrebbero essere disposti in modo tale che:
  - → i corrosivi, i caustici e gli irritanti si trovino al di sotto del livello degli occhi;
  - → nei ripiani inferiori trovino posto i contenitori più grandi e le sostanze più pericolose;
  - → i contenitori non siano ammassati uno sopra l'altro per non sovraccaricare il ripiano;
  - → i contenitori rechino idonea etichetta con indicazione almeno del nome chimico della sostanza o del preparato, della classe e del simbolo di pericolo;
  - → siano rispettate le eventuali indicazioni particolari indicate nella scheda di sicurezza;
  - → siano rispettate le reciproche incompatibilità;
  - → siano separati i solidi dai liquidi;
  - → siano al riparo dall'azione diretta dei raggi solari e da altre fonti di calore;
  - → nel caso siano impiegati scaffali, questi devono essere adeguatamente fissati.
- gli armadi dovrebbero essere posizionati lontano da corridoi, da aree di lavoro, dagli accessi al laboratorio o al locale, da uscite di sicurezza, da fiamme libere (bunsen, stufe, ecc.) e non dovrebbero ostacolare il raggiungimento di dispositivi di emergenza (estintori, cassetta del pronto soccorso, doccette lavaocchi, ecc.);
- presso ogni magazzino o reagentario dovrebbe essere disponibile il materiale per l'assorbimento e la neutralizzazione di eventuali versamenti, così come indicato nelle schede di sicurezza;
- tutti i reagenti devono essere etichettati con l'esatto *nome chimico* e i simboli di tossicità e nocività, nonché le *frasi rischio* e i consigli di prudenza;
- tenere un inventario aggiornato di tutte le sostanze chimiche in particolare per quanto riguarda quelle cancerogene e mutagene (R45, R49 e R40);
- le sostanze infiammabili non devono essere conservate in frigoriferi di tipo domestico e in altre situazioni in cui ci siano possibili fonti di scintille.

Alcune sostanze necessitano di precauzioni particolari:

i **liquidi infiammabili**, se presenti in quantità significative, devono essere alloggiati in armadi antincendio ad uso esclusivo; quelli che necessitano di basse temperature, devono essere conservati in frigoriferi antideflagranti (AD) nelle loro parti sia interne che esterne, meglio se alimentati tramite interruttore preferenziale separato;
gli **agenti ad elevata tossicità (es. cancerogeni)** devono essere riposti separatamente in armadi preferibilmente aspirati e chiusi a chiave.

3.4 Impiego corretto delle cappe chimiche



- prima di iniziare la lavorazione accertarsi che la cappa sia in funzione;
- evitare di creare delle correnti d'aria in prossimità di una cappa in funzione (apertura di porte o finestre, transito frequente di persone);
- le fonti di emissione dovrebbero essere tenute almeno 15-20 cm all'interno della cappa;
- non introdurre la testa all'interno della cappa;
- durante la sperimentazione mantenere il frontale abbassato il più possibile: più il frontale è abbassato meno il funzionamento della cappa risente delle correnti nella stanza;
- mantenere pulito ed ordinato il piano di lavoro dopo ogni operazione;
- non utilizzare la cappa come deposito: tenere sotto cappa solo il materiale strettamente necessario all'esperimento;
- non ostruire mai le feritoie di aspirazione e non ostruire il passaggio dell'aria lungo il piano della cappa;
- non utilizzare la cappa come mezzo per lo smaltimento dei reagenti mediante evaporazione forzata;
- approntare un piano di azione in emergenza in caso di malfunzionamento durante una sperimentazione o in caso di esplosione o di incendio nella cappa;
- è opportuno che l'operatore alla fine di ogni utilizzo della cappa la pulisca usando prodotti specifici a seconda delle sostanze adoperate in modo da evitare rischi impropri per chi userà la cappa in tempi successivi;
- quando la cappa non è in uso spegnere l'aspirazione e chiudere il frontale.

3.5 Incidente o contaminazione con agenti chimici

Anche se le quantità di agenti chimici presenti presso i laboratori della SISSA e le modalità di impiego non sono tali da far prevedere incidenti di rilevante entità, specie di tipo ambientale, tuttavia in caso di contaminazione è necessario:

- prodigare le prime cure, se necessario;
- sostituire i mezzi di protezione contaminati;
- decontaminare la cute eventualmente esposta con acqua corrente, docce, lavaggi oculari, antidoti, neutralizzanti ecc. a seconda della sostanza;
- non disperdere le sostanze contaminanti nell'ambiente;
- allontanare le persone non indispensabili;
- rimuovere la contaminazione dalle superfici con appositi materiali assorbenti indossando guanti compatibili con la sostanza chimica in questione;
- in caso di incidente o di situazioni anomale nei laboratori, avvisare immediatamente i preposti che, se ritengono necessario, ne daranno comunicazione al Servizio di prevenzione e protezione.

3.6 Impiego di liquidi criogenici

I pericoli connessi all'utilizzo di liquidi criogenici (in genere gas liquefatti inerti come azoto o argon) sono legati a due importanti proprietà:

- sono estremamente freddi ed il contatto produce ***ustioni***, anche gravi per gli occhi;
- quantità assai piccole di liquido si trasformano in volumi assai grandi con rischio di formazione di ***atmosfera sottossigenata***.

Uso dei liquidi criogenici:

- utilizzare solo contenitori progettati e certificati specificatamente per l'uso richiesto;
- quando si carica un contenitore "caldo" stare lontani dai liquidi che evaporano o fuoriescono e dal gas che si sviluppa;
- usare occhiali a tenuta con visiera durante le operazioni per le quali si prevedono spruzzi di liquido (travasi e altro);
- indossare appositi guanti molto larghi in modo da poterli sfilare facilmente;
- indossare camice e pantaloni lunghi o tuta contro gli spruzzi alle gambe o altre parti del corpo; non indossare scarpe aperte o porose;
- non toccare con la mano nuda le parti congelate dell'attrezzatura;
- in caso di perdite con formazione di nubi di vapore, l'operatore deve allontanarsi (possibile riduzione della concentrazione di ossigeno nell'aria);
- l'accesso ai locali dove vengono utilizzati liquidi criogenici, deve essere limitato al personale autorizzato.
- dotare il locale di aperture che garantiscano il ricambio naturale e permanente dell'aria ambiente; in alternativa, installare idonei mezzi di ventilazione meccanica ubicati a livello pavimento o delle parti più basse del locale, in grado di eliminare i vapori che si possono formare;
- nel caso particolare di manipolazione e uso di liquidi criogenici in un ambiente scarsamente aerato, è indispensabile l'utilizzo di un analizzatore (ossimetro), con segnalatore acustico-luminoso che entra in funzione quando la concentrazione di ossigeno scende a livelli inferiori al 18%.
- usare occhiali a tenuta con visiera durante le operazioni per le quali si prevedono spruzzi di liquido (travasi e altro);
- indossare appositi guanti molto larghi in modo da poterli sfilare facilmente;
- indossare camice e pantaloni lunghi o tuta contro gli spruzzi alle gambe o altre parti del corpo.

3.7 Impiego di gas compressi

I recipienti per gas compressi, liquefatti o disciolti costruiti in un unico pezzo di capacità compresa tra 5 e 150 litri sono denominati *bombole*.

I **rischi generali** legati all'utilizzo delle bombole sono riconducibili:

- alla loro scarsa stabilità
- alla pressione interna
- all'esposizione ad alte o basse temperature.

Misure di prevenzione e protezione

- le bombole debbono essere immagazzinate in un luogo apposito, chiaramente definito, che deve essere asciutto, fresco, ben aerato
- quelle piene e quelle vuote devono essere tenute separate
- all'interno dei locali le bombole devono essere sistemate in modo da evitare cadute accidentali
- il personale addetto all'uso di gas compressi deve essere a conoscenza della natura e delle proprietà dei gas contenuti nelle bombole
- gli addetti alla manipolazione delle bombole devono far uso di mezzi di protezione individuali (guanti appropriati, scarpe antinfortunistiche con puntale in acciaio)
- prima di prelevare una bombola dal deposito assicurarsi del suo reale contenuto, attraverso le indicazioni riportate sulla bombola stessa
- trasportare le bombole, anche per brevi tragitti, su appositi carrelli
- non trasportare mai una bombola priva di cappellotto di protezione, i cappellotti fissi non vanno mai rimossi
- le bombole contenenti gas compressi, disciolti o liquefatti non debbono essere sottoposte a temperature superiori ai 50°C.
- non sottoporre le bombole a urti meccanici violenti
- non utilizzare i cappellotti come recipienti occasionali
- non utilizzare mai bombole con periodo di revisione scaduto
- i gas non vanno mai utilizzati per semplice laminazione attraverso la valvola della bombola; l'erogazione deve essere assicurata mediante l'ausilio di apparecchi chiamati "riduttori di pressione". Detti apparecchi debbono essere appropriati al tipo, alla natura del gas e alle condizioni di esercizio
- prima di collegare i riduttori di pressione alle valvole delle bombole, assicurarsi che tutti gli elementi da raccordare siano esenti da contaminanti vari (olio, grassi, vernici, polveri, ecc.), che lo stato dei filetti sia efficiente e che l'eventuale guarnizione del tronco d'attacco del riduttore sia in ottimo stato. Nel caso di tenuta metallica, assicurarsi del perfetto stato delle sedi da collegare
- le linee di adduzione devono essere realizzate con materiale compatibile con la sostanza contenuta nella bombola
- il collegamento del riduttore alla bombola deve avvenire senza l'ausilio di raccordi intermediari
- le valvole delle bombole vanno aperte progressivamente e lentamente per evitare sollecitazioni violente sul riduttore (quest'ultimo deve essere chiuso)
- tutte le parti da collegare (valvole, riduttori, ecc.) non vanno mai lubrificate con oli, grassi o sostanze di qualsiasi genere
- quando non è necessario erogare gas chiudere la valvola della bombola e allentare la vite di regolazione del riduttore
- rimettere il cappellotto sulla bombola immediatamente dopo averla scollegata dal sistema di utilizzo
- nella manipolazione di gas infiammabili tenere a portata di mano estintori appropriati alla natura del gas
- nella manipolazione di gas tossici tenere a portata di mano i mezzi individuali di protezione (maschera antigas a filtro, respiratori autonomi, occhiali, ecc.) ed utilizzarli nel caso la lavorazione o l'esperienza lo richieda

4 Rischio da agenti biologici

Le più importanti attività lavorative che possono comportare rischio di esposizione ad agenti biologici nell'ambito dei laboratori universitari come quelli della SISSA sono le seguenti:

- attività in cui vi è impiego di biotecnologie
- attività di raccolta e conferimento di rifiuti speciali potenzialmente infetti
- attività nelle quali vi è contatto con animali e/o prodotti di origine animale

Le caratteristiche principali che vanno prese in considerazione sono:

- l'infettività, intesa come capacità di un microrganismo di penetrare e moltiplicarsi nell'ospite;
- la patogenicità, riferibile alla possibilità di produrre malattia a seguito di infezione e la gravità della stessa;
- la trasmissibilità, intesa come la caratteristica di un microrganismo di essere trasmesso da un soggetto infetto ad un soggetto suscettibile;
- la neutralizzabilità, intesa come la disponibilità, o meno, di efficaci misure profilattiche per prevenire la malattia o terapeutiche per la sua cura.

Presso i laboratori della SISSA vengono utilizzati esclusivamente microorganismi appartenenti ai gruppi 1 e 2.

Gli agenti biologici vanno utilizzati in laboratori con livello di contenimento adeguato al gruppo di appartenenza degli agenti stessi.

4.1 Norme generali di sicurezza

- è proibito fumare, mangiare, bere e tenere cibo o tabacco in tutte le zone dove sono tenuti o maneggiati materiali biologici pericolosi;
- ogni volta che si maneggiano sangue, liquidi biologici e qualsiasi altro materiale proveniente dall'uomo o dagli animali, si devono indossare guanti monouso in lattice o in vinile e indumenti protettivi quali camice con maniche lunghe ed eventuale sovracamice idrorepellente in tessuto non tessuto, occhiali e visiera;
- togliersi gli indumenti protettivi e i guanti quando si lascia il laboratorio;
- non toccare le maniglie delle porte e altri oggetti del laboratorio con i guanti con cui si è maneggiato materiale potenzialmente infetto;

- rispettare le norme igieniche, lavarsi le mani frequentemente e ogni qualvolta ci si contamini o immediatamente dopo aver rimosso i guanti;
- non pipettare con la bocca, usare solo pipettatrici meccaniche;
- prendere precauzioni per prevenire danni dovuti all'utilizzo di oggetti taglienti;
- non reincappucciare gli aghi: è necessario riporli direttamente negli appositi contenitori;
- eliminare le punte delle micropipette in contenitori di plastica rigida;
- usare cappe biologiche adeguate per il livello di contenimento, in relazione al grado di pericolosità dei microrganismi e per tutte quelle procedure che possono provocare aerosol;
- qualora non sia possibile l'uso di cappe, utilizzare sempre mascherine filtranti per materiali biologici;
- decontaminare le superfici di lavoro e gli strumenti ogni giorno o dopo uno spandimento. Si possono utilizzare soluzioni di ipoclorito di sodio (conc. 5%, varechina comune), etanolo 70% o in alternativa altri disinfettanti;
- nel caso si maneggi materiale di provenienza umana si consiglia la vaccinazione antiepatite B;
- nelle aree dove sono utilizzati materiali biologici pericolosi, devono essere posti segnali di avvertimento per rischio biologico.

4.2 Norme di prevenzione per contatto con animali da laboratorio

Il rischio da contatto con animali da laboratorio coinvolge i seguenti operatori:

- stabularisti: addetti alle operazioni di stabulazione;
- tecnici di laboratorio: addetti alla manipolazione degli animali durante gli studi sperimentali, al loro sacrificio, al prelievo di liquidi e materiali organici;
- sperimentatori: Responsabile del progetto di ricerca, personale laureato che partecipa allo svolgimento dei progetti di ricerca, borsisti ecc.

Gli animali vanno manipolati, a seconda della specie, con tecniche idonee, con sicurezza e decisione. Si consiglia di utilizzare i mezzi di costrizione (collari, pinze, museruole) ed i DPI (guanti, occhiali, stivali).

I rischi si possono individuare e classificare come segue:

1. rischi infortunistici (ferite causate dagli animali)
2. rischi chimici da impiego di sostanze per la pulizia (presso la SISSA tale attività è affidata a ditta esterna) e da farmaci e sostanze tossiche
3. rischi da allergie per contatto con proteine della saliva, dell'urina, delle feci, del siero, forfora e pelo dell'animale
4. rischio biologico da agenti patogeni portati dagli animali e trasmissibili all'uomo.

Per ridurre i rischi si devono applicare le seguenti norme comportamentali:

- utilizzare animali sani: si ha minor rischio se si utilizzano animali non convenzionali (SPF o GF), cioè allevati in barriera perché privi del tutto od in parte di agenti microbici (prassi prevalente presso la SISSA). Maggiore rischio deriva dal contatto e manipolazione di animali convenzionali, dotati di flora microbica naturale: gli animali in natura possono albergare sulla pelle, mucose (boccale, nasale, rettale, urogenitale) batteri saprofiti o potenzialmente patogeni che possono trasmettere all'uomo.
- ridurre i fattori di stress ambientale (sovraffollamento, adeguati valori dei parametri ambientali, quali ventilazione, temperatura, umidità);
- abituare gradatamente gli animali appena introdotti alla presenza dell'uomo e al nuovo ambiente (possibilmente non mescolare gruppi di animali);

- durante la stabulazione e la manipolazione impiegare sistemi di protezione quali vestiario idoneo (tute, camici, guanti, mascherine, occhiali), ricorso a cappe (per evitare aerosol pericolosi);
- effettuare una corretta manipolazione degli animati, al fine di prevenire le malattie trasmesse attraverso morso e graffio: è importante conoscere il comportamento animale, riconoscere i segni di aggressività;
- animali di specie diversa vanno manipolati in modo adeguato, con tecniche idonee, con sicurezza e senza indecisione;
- manipolare con cura e maggiori precauzioni gli animali malati, stressati, impauriti (ad es. perché appena introdotti nello stabulario, affaticati dal trasporto, immessi in gruppi di animali sconosciuti con conseguente aggressività);
- prelevare dallo stabulario e tenere in laboratorio soltanto l'animale o gli animali strettamente necessari all'esecuzione della prova sperimentale;
- mantenere in laboratorio l'animale sotto cappa ed eseguire, se possibile, tutta l'attività sperimentale sotto cappa;
- in tutti i casi di manipolazione dell'animale non sotto cappa è obbligatorio l'uso, oltre che del vestiario idoneo, anche di mascherine filtranti;
- operare in ambienti ben ventilati, sotto cappa per quanto possibile, e mantenere puliti i piani di lavoro;
- impiegare correttamente strumenti taglienti, quali siringhe, aghi, lame da bisturi, attrezzi per necroscopie. Il personale deve essere addestrato all'uso corretto dello strumentario che deve essere efficiente e di qualità, regolarmente pulito e sterilizzato (meglio se monouso).

5 Rischi da agenti fisici

Gli agenti fisici normalmente utilizzati nei laboratori della SISSA sono:

- sistemi laser
- radiazioni UV
- radioisotopi.

Per il loro utilizzo, valgono gli stessi principi generali illustrati in precedenza.

* * *

5.1 Norme per l'utilizzo di sistemi laser

RAGGI LASER

I pericoli da radiazione ottica sono classificati su una scala a 5 valori: 1, 2, 3A, 3B e 4, con indice di pericolosità crescente; 1 è sicuro, 4 significa molto pericoloso. Ai laser o sistemi laser collocati nelle classi 3A, 3B o 4, visto il loro potenziale pericolo, devono essere applicate precauzioni particolari; deve essere scoraggiato, pertanto, l'uso di macchine potenti laddove sia possibile servirsi di sistemi di classe inferiore.

L'utilizzazione dei sistemi laser, inoltre, può presentare rischi collaterali quali quello elettrico, chimico o da radiazione non ionizzante. I pericoli elettrici sono associati all'uso di alimentatori di alta tensione presenti per molti sistemi laser; in particolare gli alimentatori dei sistemi di classe 4 possono essere fonte di rischio da elettrocuzione durante le operazioni di calibrazione e manutenzione. I rischi chimici sono associati a laser a colorante o a gas, oppure ad eventuali vapori creati nella zona bersaglio dall'interazione laser-materia. Le radiazioni non ionizzanti collaterali sono presenti in quasi tutti i tipi di laser; a volte possono essere prodotti anche raggi X: per essi devono essere adottate specifiche precauzioni.

L'utilizzo dei laser di classe 3A, 3B, 4 è regolamentato da apposite disposizioni; l'uso dei laser di classe 1 e 2, di quelli inseriti in prodotti commerciali (es. stampanti laser, compact disk, ecc.), non è regolamentato; per il loro utilizzo gli operatori devono comunque osservare le indicazioni di sicurezza fornite dai costruttori e non possono effettuare alcun intervento di manutenzione che consenta l'accesso alla luce laser.

- L'utilizzo dei laser e l'accesso alle zone controllate è concesso solo a personale autorizzato dal Responsabile;
- Il Responsabile predispone le misure di prevenzione e protezione, ed in particolare:
- verifica preventivamente i pericoli, riduce al minimo indispensabile l'uso dei laser ed il numero degli operatori esposti;
- predispone le specifiche procedure ed i dispositivi di prevenzione e di protezione individuali;
- espone i cartelli di sicurezza e provvede alle segnalazioni previste;
- delimita e segnala le aree controllate, comprese quelle temporanee e ne regolamenta l'accesso;

- predispone affinché il tragitto del fascio non sia all'altezza degli occhi degli operatori e provvede ai dispositivi di protezione individuale (occhiali, ecc.);
- evita riflessioni speculari, valuta e previene il verificarsi di quelle accidentali;
- evita la diffusione libera di fasci di classe 4 e la loro interazione con sostanze infiammabili;
- verifica la presenza di eventuali rischi collaterali (gas in pressione, criogenici, radiazioni collaterali, ecc.), predispone per una adeguata protezione dagli stessi ed evita la produzione di gas nocivi, fumi o particolati che non siano adeguatamente aspirati.

L'operatore osserva il regolamento e tutte le specifiche disposizioni impartite dal Responsabile, ed in particolare:

- indossa gli occhiali o le maschere specifici per la sorgente in uso e li conserva con cura;
- non osserva il fascio laser attraverso fibre ottiche o sistemi di raccolta (telescopi, microscopi ecc.) senza espressa autorizzazione del Responsabile, né osserva mai direttamente il fascio anche se indossa gli occhiali protettivi;
- evita con cura le riflessioni non controllate ed accidentali (non indossa orologi, ecc);
- verifica che le condizioni di sicurezza previste siano tutte correttamente predisposte prima di inviare il fascio in un'area che non è sotto la sua diretta visione;
- non può rimuovere né modificare, senza autorizzazione del Responsabile, i dispositivi di protezione e di interblocco e non può compiere manovre che non siano di sua competenza o che possano compromettere la sicurezza;
- avvisa il Responsabile o il Direttore, dei dispositivi di prevenzione e protezione che non funzionano o sono danneggiati, nonché di eventuali pericoli di cui venga a conoscenza; nel contempo deve sospendere l'uso del laser ed eliminare eventuali pericoli immediati. Solo agli operatori specificamente autorizzati dal Responsabile è permesso effettuare interventi di manutenzione, ivi compreso l'allineamento del fascio che comporta l'apertura dell'involucro; detti interventi sono vietati agli studenti non laureati
- in caso di incidente, provvede a contenerne le conseguenze ed avvisa immediatamente il Responsabile o il Direttore della Struttura, i quali attivano tempestivamente il Responsabile della Divisione Igiene e Sicurezza, il T.S.L. e, ove necessario, il Medico competente;
- la manutenzione di sistemi a fibra ottica per trasmissione dati può essere effettuata solo da personale adeguatamente istruito;
- quando non è in uso il laser deve essere disabilitato in modo da prevenire un utilizzo non autorizzato; le pulizie dei locali possono essere effettuate solo a laser spenti.

* * *

5.2 Norme per l'utilizzo di radiazioni UV

Le sorgenti di radiazioni ultraviolette che si incontrano più di frequente nei laboratori sono:

- Lampade germicide a bassa pressione di mercurio (UVC), per disinfezione dell'aria di ambienti confinati o di liquidi e nella sterilizzazione di materiali.
- Lampade fluorescenti a bassa, media e alta pressione impiegate in applicazioni di fotochimica, induzione di reazioni e danni sui materiali, polimerizzazione di molecole ed induzione di fluorescenza nei materiali.
- Transilluminatori (312 nm) per la visualizzazione di strutture molecolari, DNA.

La protezione contro la sovraesposizione da radiazione elettromagnetica UV può essere realizzata introducendo negli ambienti di lavoro delle norme a carattere tecnico, delle raccomandazioni comportamentali e mediante la protezione del personale:

- l'accesso a zone contenenti apparecchiature che emettono radiazioni UV va limitato agli addetti.
- tutto il personale che impiega radiazioni UV deve essere informato sui rischi connessi all'uso; nei luoghi di lavoro devono essere esposte le regole relative alle modalità operative e comportamentali;
- la messa in funzione di sorgenti di UV ad alta intensità deve essere segnalata da indicazioni luminose installate sulla via di accesso. In ogni caso si deve apporre la cartellonistica in modo ben visibile e comprensibile a chiunque.
- l'operatore deve tenersi il più lontano possibile dalla sorgente in funzione.
- le principali misure costruttive di sicurezza, da introdurre preferibilmente in fase di progettazione della strumentazione, consistono in contenitori a tenuta di luce, chiusure, vetri che assorbono UV e schermi di plastica. Se è richiesta l'osservazione della sorgente UV allora si possono realizzare alloggiamenti chiusi e aree schermate costruiti in modo che tutte le aperture di osservazione siano di materiali che assorbono l'UV (es. PVC, vetri particolari e materiali acrilici).

Se le misure di carattere tecnico sono state adottate correttamente non è necessario arrivare ad una protezione individuale. Tuttavia, in alcune occasioni, la natura del lavoro determina una inevitabile esposizione delle zone più soggette a rischio cioè mani, braccia e occhi. Le misure protettive impongono in questi casi la copertura delle parti esposte con i seguenti mezzi:

- **viso e occhi**: occhiali di vetro, paraocchi o visiera in plastica;
- **mani e braccia**: guanti e manicotti; per le lunghe esposizioni la plastica è preferibile alla gomma ; materiali che trasmettono poco l'UV sono anche il popeline e la flanella;
- **testa e collo**: cappuccio in cotone.

Sebbene trasparenti alla luce, tutti i vetri (ad eccezione di quelli speciali UV ed il quarzo) e le sostanze plastiche come il perspex e l'acetato di polivinile non lasciano passare le radiazioni UV di corta lunghezza quindi assicurano una completa protezione.

Nell'emissione di radiazioni UV di lunghezza d'onda inferiore a 245 nm può accadere che si formi ozono dall'interazione delle radiazioni con l'ossigeno atmosferico; per evitarne l'accumulo è utile installare adeguati sistemi di ventilazione.

Le lampade ad alta pressione possono esplodere a causa di urti, bisogna quindi prestare particolare cura durante la rimozione di queste sorgenti.

* * *

5.3 Norme per l'utilizzo di radioisotopi

Nei laboratori della SISSA vengono impiegati radioisotopi che per le loro caratteristiche sono classificati come sorgenti radioattive non sigillate.

Gli operatori devono rispettare le seguenti norme comportamentali:

- prendere visione delle norme di sicurezza e di emergenza;
- tenere sempre pulito ed in ordine il posto di lavoro;
- evitare di lavorare con tagli o abrasioni non protette su mani ed avambracci;
- eseguire prima di ogni nuovo esperimento una prova di manipolazione in bianco;
- non pipettare con la bocca liquidi di qualsiasi tipo o in qualsiasi quantità;
- utilizzare guanti di lattice o simili, mascherine ed occhiali per la manipolazione di sorgenti non sigillate;
- non trasferire materiali contaminati al di fuori dell'area a rischio;
- prestare attenzione alle cariche elettrostatiche depositate sui guanti nel manipolare polveri fini;
- non toccare con i guanti nulla che non attenga alla lavorazione;
- eseguire tutte le manipolazioni dei radioisotopi nei luoghi prestabiliti (sotto cappa) adottando tutte le precauzioni per evitare la dispersione di materiali;
- tenere sempre chiuse tutte le soluzioni o i preparati radioattivi;
- etichettare tutti i contenitori riportando i dati relativi ai pericoli e la data;
- riporre, al termine del lavoro, le sorgenti radioattive nei loro contenitori di schermo o sistemarle nel deposito;
- segnalare sempre in modo chiaro la presenza di materiale radioattivo;
- verificare durante il lavoro e sempre al termine di ogni esperimento la eventuale contaminazione superficiale e personale;
- segnalare immediatamente al Responsabile ogni eventuale contaminazione che permanga dopo la decontaminazione;
- raccogliere i rifiuti radioattivi negli appositi contenitori;
- dopo qualunque manipolazione lavarsi le mani;
- prima di uscire dalle aree a rischio controllare l'eventuale contaminazione personale;
- non allontanare oggetti dalle aree a rischio prima di averne controllato la eventuale contaminazione;
- compilare sempre e d accuratamente i registri di carico e scarico;
- compilare il registro di lavoro indicando tipo ed attività del radionuclide impiegato, tipo e durata dell'esperimento.

* * *

6 Rischi da attrezzature di laboratorio

In un laboratorio di ricerca vengono impiegate numerose attrezzature, sia in fase di lavorazione e manipolazione che in fase di lettura e registrazione dei risultati. Quasi tutte queste attrezzature sono alimentate da corrente elettrica, per cui in generale si devono adottare le seguenti precauzioni:

- non usare adattatori multipli per collegare più strumenti;
- riferire immediatamente ogni malfunzionamento di apparecchiature elettriche e l'esistenza di conduttori o componenti danneggiati;
- in caso di funzionamento difettoso di apparecchiature elettriche, interrompere l'alimentazione e richiedere l'intervento di un tecnico;
- gli interventi sull'impianto elettrico o sulle apparecchiature elettriche devono essere eseguiti da personale esperto;
- non tenere materiali infiammabili vicino ad apparecchiature con motore elettrico;
- non disinserire le spine tirando il cavo elettrico;
- utilizzare sempre componenti certificati;
- non intervenire sugli elementi di protezione dei circuiti elettrici.

6.1 Norme generali di sicurezza

Nell'utilizzazione di qualsiasi attrezzatura vanno applicate le seguenti precauzioni:

- in caso di dubbio, consultare le istruzioni d'uso che devono accompagnare ogni attrezzatura ed essere a disposizione degli utilizzatori;
- non usare mai le attrezzature per scopi diversi da quelli per i quali le stesse sono state costruite;
- seguire sempre le istruzioni d'uso;
- non manomettere le attrezzature e soprattutto i loro dispositivi di sicurezza;
- richiedere l'intervento di un tecnico in caso di malfunzionamento;
- qualora un'attrezzatura venga lasciata in funzione anche al di fuori del normale orario di lavoro, sulla stessa dovrebbe essere apposta una scheda con le indicazioni sul suo funzionamento, sulla procedura di spegnimento e con il nome della persona da contattare in caso di emergenza.

6.2 Centrifughe

Sono tra le attrezzature maggiormente utilizzate nei laboratori della SISSA. Durante il loro impiego si possono generare aerosol e fuoriuscite di materiali, per cui è necessario:

- controllare che tutti gli accessori (rotore, contenitori, provette) siano integri ed adatti all'uso;
- usare centrifughe che consentono l'apertura solo a rotore fermo;
- durante le operazioni di carico e scarico della centrifuga usare i guanti;
- bilanciare correttamente per peso i contenitori con le provette in sede;
- evitare l'uso di soluzioni saline che corrodono i metalli;
- evitare di riempire troppo le provette, in particolare se si utilizzano rotori ad angolo fisso ed il materiale biologico è infetto o potenzialmente tale;
- se possibile, utilizzare sempre provette da centrifuga di materiale infrangibile, provviste di tappo di chiusura autobloccante, meglio se a vite;
- non utilizzare pellicole plastiche per tappare le provette;
- pulire immediatamente le fuoriuscite di liquido e disinfettare in caso di liquido biologico;

- gli accessori e l'interno della centrifuga vanno puliti e disinfettati regolarmente, e comunque sempre prima di eseguire riparazioni;
- se la centrifuga è posizionata sotto cappa, ricordare che il flusso d'aria proveniente dalla centrifuga genera fenomeni di turbolenza e che dalla stessa possono fuoriuscire particelle infette con velocità troppo elevata per essere trattenute da cappe biologiche di classe I.

6.3 Autoclavi

Sono apparecchiature che lavorano sotto pressione, in modo da sfruttare il potere sterilizzante del vapore acqueo surriscaldato; sono utilizzate per la sterilizzazione di:

- materiale infetto destinato al riutilizzo
- materiale e liquidi per preparazioni sterili
- rifiuti infetti.

Di norma si deve evitare di destinare la stessa autoclave alla sterilizzazione dei rifiuti ed al trattamento di materiale destinato al riutilizzo; in ogni caso, non caricare insieme i diversi tipi di materiale.

Per un corretto uso dell'autoclave:

- verificare sempre che i materiali da sterilizzare siano compatibili con i cicli e le fasi previste dal programma di sterilizzazione (che siano termoresistenti e termostabili);
- posizionare correttamente la termoresistenza;
- in caso di sterilizzazione di flaconi ermeticamente chiusi utilizzare processi con fase di raffreddamento, in modo da non estrarre i flaconi a temperature superiori a 70°C;
- prima di iniziare un ciclo di sterilizzazione verificare che la valvola manuale di scarico, se presente, sia perfettamente chiusa;
- l'addetto all'uso dell'autoclave deve operare con indumenti in grado di proteggerlo adeguatamente nei confronti dei potenziali rischi dovuti al contatto con i materiali, guanti contro le scottature ed occhiali.

6.4 Agitatori

Prima di avviare l'apparecchio è necessario verificare che:

- la velocità di rotazione o di movimento sia adatta a non provocare schizzi o rotture dei contenitori;
- il contenitore del campione sia integro e sia possibile chiuderlo in modo ermetico;
- in caso che sia necessario trattenere con le mani il contenitore o il coperchio assicurarsi di poter garantire una buona presa;
- aprire i contenitori sotto cappa dopo averli lasciati riposare per qualche minuto in modo da permettere il depositarsi degli aerosol;
- utilizzare i DPI adatti (camice, guanti, protezioni per il viso).

6.5 Frigoriferi, congelatori

- installare le attrezzature lontane da fonti di calore e staccate dalle pareti;
- non aprirli frequentemente o inutilmente;
- usare contenitori adatti alle temperature di stoccaggio;
- evitare di riempire troppo i contenitori destinati al congelamento;
- tutti i contenitori devono essere etichettati;
- non conservare in frigoriferi normali materiali infiammabili;

- per prelevare contenitori a temperature molto basse usare i guanti;
- pulire periodicamente l'attrezzatura, disinfettando le superfici dopo la pulizia.

6.6 Strumenti automatici di analisi

Gli strumenti automatici di analisi presentano diversi fattori di rischio:

- parti meccaniche in movimento: le aree eventualmente interessate dal movimento devono essere segnalate ed eventualmente protette;
- parti in tensione: devono essere protette da schermi che non devono essere rimossi;
- sviluppo di fumi o aerosol (gas cromatografi, analizzatori a fiamma, assorbimento atomico): installare un sistema di aspirazione localizzata;
- radiazioni non ionizzanti (laser, UV): le sorgenti devono essere schermate in modo da non far uscire il raggio, con schermi che se rimossi interrompano l'emissione della radiazione pericolosa.

Gli apparecchi ed i loro accessori devono essere decontaminati prima di procedere a qualsiasi intervento di manutenzione o riparazione.

I liquidi di scarico vanno raccolti in contenitori direttamente collegati all'apparecchio ed eliminati secondo le procedure stabilite per la raccolta dei rifiuti.

6.7 Vetrerie

- se possibile, sostituire il vetro con materiale plastico monouso;
- non utilizzare vetreria rotta o sbeccata;
- manipolare con cautela la vetreria, specie se vecchia;
- non utilizzare vetreria di dubbia pulizia: in tal caso, ricondizionarla;
- in caso di utilizzo di vetreria per materiale infetto o potenzialmente infetto, lavarla e sterilizzarla prima del riuso;
- in caso di rottura di vetreria contenente agenti pericolosi, coprire con carta o altro materiale assorbente, versare disinfettante se trattasi di agenti biologici, rimuovere il tutto con attrezzi (pinze, scopino, paletta) e non con le mani, anche se protette da guanti; per gli agenti chimici, seguire le indicazioni previste dalle schede di sicurezza
- smaltire secondo le procedure per i vari tipi di rifiuti.

6.8 Microscopi

Quando si devono osservare microrganismi, colture cellulari ecc. è necessario:

- posizionare e rimuovere il vetrino utilizzando i guanti;
- pulire e disinfettare con soluzione adatta (non corrosiva) le parti del microscopio eventualmente contaminate e l'area di lavoro;
- eliminare i vetrini secondo le procedure per i rifiuti.

6.9 Becchi Bunsen

- usare becchi Bunsen dotati di termocoppia che blocchi il gas in assenza di fiamma;
- usare tubi a norma UNI-CIG, fissati con fascette;
- non usare la fiamma vicino a materiali infiammabili.

7 Tutela della maternità

Come già accennato nelle norme generali di comportamento di cui al punto 2.4, le lavoratrici madri, specialmente durante il periodo della gravidanza, costituiscono un gruppo esposto a rischi particolari e di conseguenza godono di una tutela specifica della loro salute e sicurezza, che tiene conto anche di quella del feto e del neonato.

Sulla scorta della legislazione specifica di tutela e dei risultati della valutazione dei rischi, le lavoratrici addette ai laboratori biochimici di ricerca della SISSA sono in generale esposte almeno ai seguenti ***fattori di rischio non compatibili con lo stato di gravidanza***:

- agenti chimici pericolosi
- agenti fisici pericolosi
- agenti biologici
- postura in piedi per oltre la metà dell'orario di lavoro.

Di conseguenza, per esse ***vige il divieto di operare nei laboratori che espongono a tali agenti di rischio durante la gravidanza e fino a sette mesi dopo il parto***.

La lavoratrice che si trova in queste condizioni deve:

☛ comunicare immediatamente lo stato di gravidanza al datore di lavoro.

La lavoratrice verrà spostata, se possibile, ad altra mansione lavorativa compatibile con il suo stato o comunque verranno cambiate le sue condizioni di lavoro in modo da evitare i rischi per la sua salute.

Qualora ciò non risulti possibile, il datore di lavoro sospenderà dal lavoro la lavoratrice adendo, se del caso, alla procedura di astensione anticipata (interdizione dal lavoro) presso la Direzione provinciale del lavoro.